

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-307758

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B60K 1/04

B60L 11/18

H01M 8/00

(21)Application number : 2000-120830

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 21.04.2000

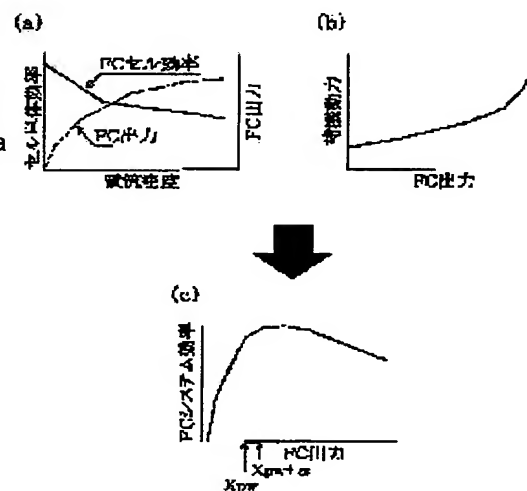
(72)Inventor : MANABE KOUTA
WATANABE NOBUO

(54) FUEL CELL SYSTEM AND ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce futility in power generation of a fuel cell, and to improve efficiency as the whole system having the fuel cell and a secondary battery.

SOLUTION: The fuel cell system 10 determined run and stop of a fuel cell apparatus group including the battery 20 and its peripheral units depending on magnitude of driving power for a vehicle demanded by the operator through stepping operation of an accelerator. When this demanded driving power is obtained by generating operation of the fuel cell in a low load region below a threshold power X_{ps} , the fuel cell equipment group is let stop and a motor 32 is rotated by a secondary battery 30 alone with its remaining capacity, to drive the vehicle with the demanded driving power.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-307758

(P2001-307758A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 3 D 0 3 5
			Y 5 H 0 2 7
B 6 0 K 1/04		B 6 0 K 1/04	Z 5 H 1 1 5
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-120830 (P2000-120830)

(22) 出願日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 真鍋 晃太

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 渡辺 修夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

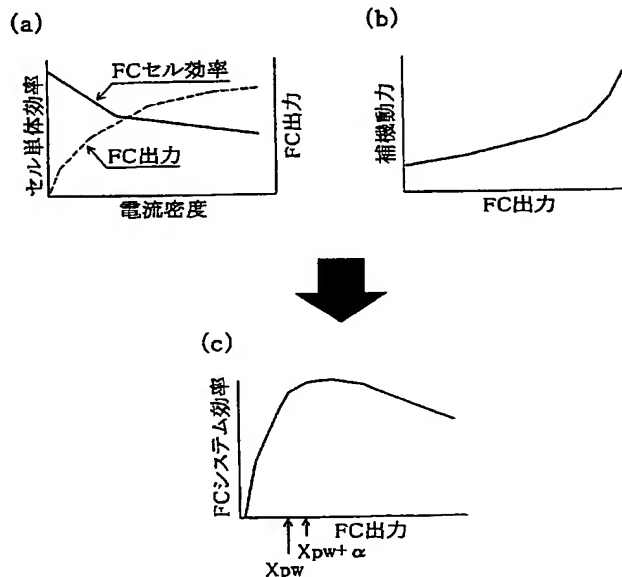
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよび電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池での発電の無駄を削減し、燃料電池と2次電池を有するシステム全体としての効率向上を図る。

【解決手段】 燃料電池システム10は、アクセルペダルの踏込操作を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーの大きさにより、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群の運転・停止を定める。この駆動要求パワーが閾値パワー X_{ps} 以下の低負荷領域の燃料電池発電運転で得られるものである場合には、燃料電池機器群を停止させ、2次電池30単独でその残存容量Qによりモータ32を回転させて、車両を駆動要求パワーで駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、
負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、
前記電力供給手段は、
接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、
検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備えた燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
前記停止手段は、前記発電運転に関与する燃料電池補機の運転を停止する手段を有する、燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池システムであって、
前記電力供給手段は、
前記 2 次電池の残存容量を検出する手段と、
前記検出残存容量で前記低負荷領域の場合の前記検出負荷を賄えるときには、前記停止手段の動作を禁止する手段とを有する、燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 いずれか記載の燃料電池システムであって、
前記低負荷領域は、前記燃料電池の電力供給能力の約 10%以下の領域とされている、燃料電池システム。

【請求項 5】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
前記接続される負荷は、燃料電池システム外への電力供給先である第 1 の負荷と、燃料電池システム内への電力供給先である第 2 の負荷とからなる、燃料電池システム。

【請求項 6】 並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、
負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、
前記電力供給手段は、
燃料電池システムのシステム効率が所定値以下である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段を備えた燃料電池システム。

【請求項 7】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、
並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、
接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、

検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備え、
前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受ける、電気自動車。

【請求項 8】 請求項 7 記載の電気自動車であって、
前記接続される負荷は、燃料電池システム外への電力供給先である第 1 の負荷と、燃料電池システム内への電力供給先である第 2 の負荷とからなる、電気自動車。

【請求項 9】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、
並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、
燃料電池システムのシステム効率が所定値以下である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段を備え、
前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受ける、電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムおよび電気自動車に関し、詳しくは燃料電池と 2 次電池とを備えた燃料電池システムと、この燃料電池システムを搭載した電気自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池システムとして、燃料電池と 2 次電池とを電源として備え、この両電池からモータ等の負荷に電力を供給するものが提案されている（例えば特開平 7-240212 号公報など）。この燃料電池システムは、負荷の増減に応じて単純に燃料電池の出力を制御するのではなく、燃料電池を、その用いる燃料の変換効率が高い範囲で運転するようにして、システムの変換効率を高い範囲で維持するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の燃料電池システムでは、負荷に供給が必要とされる電力の大小に拘わらず、燃料電池では高い変換効率のまま運転されることになる。したがって、負荷が小さい場合でも燃料電池は高変換効率範囲での運転を継続することになるため、燃料電池の発電が無駄になることもあった。

【0004】本発明は、上記問題点を解決するためになされ、燃料電池での発電の無駄を削減し、燃料電池と 2 次電池を有するシステム全体としての効率向上を図ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】か

かる課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の燃料電池システムは、並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムであって、前記電力供給手段は、接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備えることをその要旨とする。

【0006】上記構成を有する本発明の燃料電池システムでは、負荷の大きさが所定の低負荷領域である場合には、燃料電池の発電運転を停止してその燃料電池からの電力供給を停止する。そして、この場合には、電力制御手段により、2 次電池から負荷に電力の供給を行なう。このため、低負荷領域では、燃料電池の発電運転を要しないので、燃料電池の発電が無駄になるようなことがなくシステム全体としての効率を向上できる。この低負荷領域としては、燃料電池の電力供給能力の約 10% 以下の領域とすることができる。

【0007】また、上記の負荷には、燃料電池で得られた発電電力を燃料電池システム外に供給する場合の第 1 の負荷のみならず、燃料電池システムの維持に關与する第 2 の負荷（即ち、燃料電池システム内での負荷）が含まれる。そして、第 2 の負荷の大きさが上記低負荷領域であるとする、2 次電池からの電力供給によりシステム維持を図る。

【0008】この場合、接続される負荷の大きさによる場合と同様に、燃料電池システムのシステム効率が所定値以下であると、燃料電池の発電運転を停止して燃料電池からの電力供給を停止するようにすることもできる。こうしても、システム効率が低いときには、2 次電池から電力供給を行なって、燃料電池の発電を無駄にしないようにできる。

【0009】上記の構成を有する本発明の燃料電池システムは、以下の態様を採ることもできる。即ち、前記停止手段を、前記発電運転に關与する燃料電池補機の運転を停止する手段を有するものとする。こうすれば、これら燃料電池補機の運転に要するエネルギーも使わないようにできるので、よりシステム効率を向上できる。

【0010】また、前記電力供給手段を、前記 2 次電池の残存容量を検出する手段と、前記検出残存容量で前記低負荷領域の場合の前記検出負荷を賄えるときには、前記停止手段の動作を禁止する手段とを有するものとする。ことができる。

【0011】こうすれば、低負荷領域であってしかも 2 次電池の残存容量が低いときでは、燃料電池の発電運転を起こして負荷を充足することができ、負荷停止といった不具合を招かない。

【0012】また、本発明の電気自動車は、電気エネル

ギによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、並列に接続された燃料電池と 2 次電池と、負荷に対して前記両電池から前記負荷への電力の供給を行なう電力供給手段とを有する燃料電池システムを搭載し、前記燃料電池システムの前記電力供給手段は、接続される負荷の大きさを検出する検出手段と、検出負荷が所定の低負荷領域である場合には、前記燃料電池の発電運転を停止して前記燃料電池からの電力供給を停止する停止手段とを備え、前記モータは、前記燃料電池システムから電力の供給を受けることをその要旨とする。

【0013】上記構成を有する本発明の電気自動車では、車両駆動に求められるモータの回転力が小さい所定の領域（低負荷領域）である場合には、燃料電池を発電運転することなく、2 次電池からモータに電力の供給を行なう。このため、低負荷領域では、燃料電池の発電運転を要しないので、燃料電池の発電が無駄になるようなことがなく電気自動車としてシステム効率を向上できる。

【0014】そして、この電気自動車において、燃料電池の発電運転に則して燃料電池補機の運転を停止するようにすれば、これら燃料電池補機の運転に要するエネルギーも使わないようにできるので、よりシステム効率を向上できる。

【0015】また、低負荷領域であってそのときの検出負荷（求められるモータ回転力）を 2 次電池の残存容量で賄えないときには、燃料電池の発電運転を行うようにすることもできる。こうすれば、燃料電池の発電運転により得られた電力をモータに供給してこれを回転させるので、モータ停止といった事態を招かずモータ停止による車両挙動を起こさない。よって、モータを回転させて車両を駆動させるための操作を行う運転者に、モータ停止による車両挙動に伴う違和感を与えないようにできる。

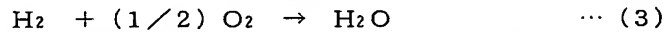
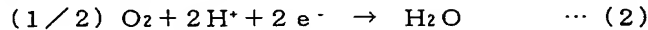
【0016】更に、接続される負荷が低負荷領域の場合と同様に、燃料電池システムのシステム効率が所定値以下であると、燃料電池の発電運転を停止して燃料電池からの電力供給を停止するようにすることもできる。こうしても、システム効率が低いときの車両走行に際しては、2 次電池から電力供給を行なって走行し、燃料電池の発電を無駄にしないようにできる。

【0017】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図 1 は、本発明の好適な一実施例である燃料電池システム 10 を搭載した電気自動車の構成の概略を表すブロック図である。本実施例の燃料電池システム 10 は、車両に搭載されて車両駆動用の電源として働く。燃料電池システム 10 は、燃料電池 20、2 次電池 30、車両駆動用のモータ 32、補機類 3

4、DC/DCコンバータ36、残存容量モニタ46、制御部50、インバータ80、電流センサ90を主な構成要素とする。以下、燃料電池システム10の各構成要素について説明する。

【0018】燃料電池20は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル28を複数積層し



【0020】(1)式は陰極側における反応、(2)式は陽極側における反応を示し、(3)式は電池全体で起こる反応を表わす。図2は、この燃料電池20を構成する単セル28の構成を例示する断面図である。単セル28は、電解質膜21と、アノード22およびカソード23と、セパレータ24、25とから構成されている。

【0021】アノード22およびカソード23は、電解質膜21を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス拡散電極である。セパレータ24、25は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード22およびカソード23との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード22とセパレータ24との間には燃料ガス流路24Pが形成されており、カソード23とセパレータ25との間には酸化ガス流路25Pが形成されている。セパレータ24、25は、図2ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード22との間で燃料ガス流路24Pを形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード23との間で酸化ガス流路25Pを形成する。このように、セパレータ24、25は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル28を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する2枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0022】ここで、電解質膜21は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜21の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化し、電解質膜21上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜21上にプレスする構成

たスタック構造を有している。燃料電池20は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

【0019】



も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜21ではなく、電解質膜21を接するアノード22およびカソード23側に塗布することとしてもよい。

【0023】アノード22およびカソード23は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード22およびカソード23をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0024】セパレータ24、25は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ24、25はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード22の表面とで燃料ガス流路24Pを形成し、隣接する単セルのカソード23の表面とで酸化ガス流路25Pを形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面ともに平行に形成する必要はなく、面毎に直行するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

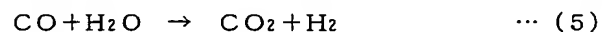
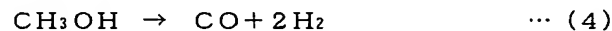
【0025】以上、燃料電池20の基本構造である単セル28の構成について説明した。実際に燃料電池20として組み立てるときには、セパレータ24、アノード22、電解質膜21、カソード23、セパレータ25の順序で構成される単セル28を複数組積層し（本実施例では100組）、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板26、27を配置することによって、スタック構造を構成する。

【0026】図1のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池を用いて発電を行なうには、上記スタック構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置（燃料電池補機）を必要とする。図3は、燃料電池20とその周辺装置とからなる燃料電池部60の構成を例示するブロック図である。燃料電池部60は、上記燃料電池20と、メタノールタンク61および水タンク62と、改質器64と、エアコンプレッサ66とを主な構成要素とするほか、メタノールと水をタンクから流出供給させるためのポンプ61a、62aを有する。

【0027】改質器64は、メタノールタンク61および水タンク62から、メタノールおよび水の供給を受け

る。改質器 64 では、供給されたメタノールを原燃料として水蒸気改質法による改質を行ない、水素リッチな燃料ガスを生成する。以下に、改質器 64 で行なわれる改質反応を示す。

【0028】



【0029】改質器 64 で行なわれるメタノールの改質反応は、(4) 式で表わされるメタノールの分解反応と (5) 式で表わされる一酸化炭素の变成反応とが同時に進行し、全体として (6) 式の反応が起きる。このような改質反応は全体として吸熱反応である。改質器 64 で生成された水素リッチな燃料ガスは燃料供給路 68 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記燃料ガス流路 24 P に導かれてアノード 22 における電池反応に供される。アノード 22 で行なわれる反応は記述した (1) 式で表わされるが、この反応に必要な水を補って電解質膜 21 の乾燥を防ぐために、燃料供給路 68 に加湿器を設け、燃料ガスを加湿した後に燃料電池 20 に供給することとしてもよい。なお、このように加湿器を設けた場合は、この加湿器も上記した周辺機器に含まれる。

【0030】また、エアコンプレッサ 66 は、外部から取り込んだ空気を燃料電池 20 に加圧供給する。エアコンプレッサ 66 に取り込まれて加圧された空気は、空気供給路 69 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記酸化ガス流路 25 P に導かれてカソード 23 における電池反応に供される。一般に燃料電池では、両極に供給されるガスの圧力が增大するほど反応速度が上昇するため電池性能が向上する。そこで、カソード 23 に供給する空気は、このようにエアコンプレッサ 66 によって加圧を行なっている。なお、アノード 22 に供給する燃料ガスの圧力は、記述した燃料供給路 68 に設けたマスフロコントローラの電磁バルブ 67 の開閉状態を制御することによって容易に調節可能である。

【0031】燃料電池 20 内のアノード 22 で電池反応に使用された後の燃料排ガスと、エアコンプレッサ 66 によって圧縮された空気の一部とは改質器 64 に供給される。既述したように、改質器 64 における改質反応は吸熱反応であって外部から熱の供給が必要であるため、改質器 64 内部には図示しないバーナが加熱用に備えられている。上記燃料ガスと圧縮空気とは、このバーナの燃焼のために用いられる。燃料電池 20 の陽極側から排出された燃料排ガスは燃料排出路 71 によって改質器 64 に導かれ、圧縮空気は空気供給路 69 から分岐する分岐空気路 70 によって改質器 64 に導かれる。燃料排ガスに残存する水素と圧縮空気中の酸素とはバーナの燃焼に用いられ、改質反応に必要な熱量を供給する。

【0032】このような燃料電池 20 は、接続される負荷の大きさに応じて燃料ガス量および酸化ガス量を調節することによって出力を制御することができる。この出力の制御は制御部 50 によって行なわれる。すなわち、既述したエアコンプレッサ 66 や燃料供給路 68 に設けた電磁バルブ 67 に対して制御部 50 からの駆動信号を出力し、その駆動量や開閉状態を調節することで供給ガス量を制御して燃料電池 20 の出力を調節している。

【0033】以上説明した燃料電池 20 は、図 1 に示すように、2 次電池 30、モータ 32 および補機類 34 と接続している。この燃料電池 20 は、モータ 32 および補機類 34 に対して電力の供給を行なうと共に、これら負荷の状態に応じて 2 次電池 30 の充電を行なう。この場合、燃料電池 20 は、モータ 32 および補機類 34 とスイッチ 20a を介して接続されており、制御部 50 によるこのスイッチ 20a や 2 次電池側のスイッチ 30a の開閉制御を経て、モータ 32 や補機類 34 への電力供給、2 次電池 30 の充電が実行される。

【0034】図 1 に戻って各部の構成について更に説明する。2 次電池 30 は、上記燃料電池 20 とともにモータ 32 および補機類 34 に電力を供給する電源装置である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・水素蓄電池、リチウム 2 次電池など他種の 2 次電池を用いることもできる。この 2 次電池 30 の容量は、燃料電池システム 10 を搭載する車両の大きさやこの車両の想定される走行条件、あるいは要求される車両の性能（最高速度や走行距離など）などによって決定される。

【0035】モータ 32 は、三相同期モータである。燃料電池 20 や 2 次電池 30 が出力する直流電流は、後述するインバータ 80 によって三相交流に変換されてモータ 32 に供給される。このような電力の供給を受けてモータ 32 は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池システム 10 を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪および／または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ 32 は、制御装置 33 の制御を受ける。制御装置 33 は、アクセルペダル 33a の操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 33b などとも接続されている。また、制御装置 33 は、制御部 50 とも接続されており、この制御部 50 との間でモータ 32 の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。

【0036】補機類 34 は、燃料電池システム 10 における燃料電池 20 の稼働中に所定範囲内の電力を消費する負荷である。例えば、周辺装置として既述したエアコンプレッサ 66 や、メタノール・水の各ポンプ 61a、62a のほか、マスフロコントローラや図示しないウオータポンプなどがこの補機類に相当する。エアコンプレッサ 66 は、既述したように、燃料電池 20 に供給する酸化ガス圧を調節するものである。また、ウオータポン

ブは、冷却水を加圧して燃料電池 20 内を循環させるものであり、このように冷却水を循環させて燃料電池 20 内で熱交換を行なわせることによって、燃料電池 20 の内部温度を所定の温度以下に制御する。マスフロコントローラは、既述したように燃料電池 20 に供給する燃料ガスの圧力と流量を調節する。従って、図 1 のブロック図では燃料電池 20 と補機類 34 とは独立して表わされているが、これら燃料電池 20 の運転状態の制御に関わる機器については燃料電池 20 の周辺機器ということもできる。このような補機類 34 の電力消費量は、モータ 32 の消費電力に比べて少なくものの、燃料電池 20 の発電量が多くなるほど多くなる。また、この補機類は、燃料電池 20 が発電運転している状況下では、発電量の大小に拘わらず運転される。この点について説明する。

【0037】図 4 は燃料電池 20 としての効率を説明するための説明図であり、図 4 (a) は電流密度と単セル単体の効率、電池 (FC) 出力との関係を表す説明図、図 4 (b) は補機動力と FC 出力との関係を表す説明図、図 4 (c) は FC 出力と FC システム効率との関係を表す説明図である。単セルでは、発電のための燃料ガス (酸素、改質ガス) は、電流密度を高めて発電量を増やそうとする際、それに応じて増量供給される。このようにガス供給が増え、既述した陰陽での電極反応に供することなく単セルを通過するガス量も増え、発電に未関与のガス量が増えることになる。よって、単セル効率を供給ガス量当たりの発電量 (電流密度) と規定すると、図 4 (a) に示すように、電流密度が増え、単セル効率は低下する。なお、単セルの集合である燃料電池 20 としては、その出力 (FC 出力) は、図中点線で示すように、電流密度が大きくなるほど大きくなる。

【0038】一方、上記したエアコンプレッサ 66 等の周辺装置は、供給ガス量の増加 (即ち、FC 出力) に応じてほぼ増加する動力を必要とし、FC 出力が低い場合であっても所定の動力を必要とする (図 4 (b) 参照)。これらの結果、燃料電池 20 としてのシステム効率 (例えば、発電量から補機駆動に要する電力を差し引いた電力をガス供給量で除算した値) は、図 4 (c) に示すように、FC 出力が小さいほど低下する。

【0039】DC/DC コンバータ 36 は、燃料電池 20 および 2 次電池 30 が出力する電気エネルギーの電圧を変換して補機類 34 に供給する。モータ 32 を駆動するのに必要な電圧は、通常 200V ~ 300V 程度であり、燃料電池 20 および 2 次電池 30 からはこれに見合った電圧が出力されている。しかしながら、既述したウォーターポンプなどの補機類 34 を駆動するときの電圧は 12V 程度であり、燃料電池 20 および 2 次電池 30 から出力される電圧をそのままの状態では供給することはできない。したがって、DC/DC コンバータ 36 によって電圧を降下させている。

【0040】上記した燃料電池側のスイッチ 20 a や 2

次電池側のスイッチ 30 a を切り替えることによって、燃料電池 20 および 2 次電池 30 とモータ 32 とを接続したり切り離したりすることができる。上記各スイッチの接続状態は、制御部 50 によって制御されている。

【0041】残存容量モニタ 46 は、2 次電池 30 の残存容量を検出するものであり、ここでは SOC メータによって構成されている。SOC メータは 2 次電池 30 における充電・放電の電流値と時間とを積算するものであり、この値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を演算する。ここで残存容量モニタ 46 は、SOC メータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2 次電池 30 は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するため、この性質を利用して電圧を測定することによって 2 次電池 30 の残存容量を検出することができる。このような電圧センサは制御部 50 に接続させるものであり、制御部 50 に予め電圧センサにおける電圧値と残存容量との関係を記憶しておくことによって、電圧センサから入力される測定値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を求めることができる。あるいは、残存容量モニタ 46 は、2 次電池 30 の電解液の比重を測定して残存容量を検出する構成としてもよい。

【0042】制御部 50 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU 52、ROM 54、RAM 56 および入出力ポート 58 からなる。CPU 52 は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM 54 には、CPU 52 で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM 56 には、同じく CPU 52 で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート 58 は、残存容量モニタ 46 など各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU 52 での演算結果に応じて、インバータ 80 などに駆動信号を出力して燃料電池システムの各部の駆動状態を制御する。

【0043】図 1 では、制御部 50 に関しては、残存容量モニタ 46 からの検出信号および電流センサ 90 からの信号の入力と、インバータ 80 の駆動信号の出力と、制御装置 33 との間の信号のやり取りのみを示したが、制御部 50 はこの他にも燃料電池システムにおける種々の制御を行なっている。制御部 50 による図示しない制御の中で主要なものとしては、燃料電池 20 の運転状態の制御を挙げることができる。既述したように、エアコンプレッサ 66 やマスフロコントローラに駆動信号を出力して酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器 64 に供給するメタノールおよび水の量を制御したり、燃料電池 20 の温度管理や改質器 64 の温度管理も制御部 50 が行なっている。

【0044】インバータ 80 は、燃料電池 20 や 2 次電池 30 から供給される直流電流を、3 相交流電流に変換

10

20

30

40

50

してモータ 32 に供給する。ここでは、制御部 50 からの指示に基づいて、モータ 32 に供給する 3 相交流の振幅（実際にはパルス幅）および周波数を調節することによって、モータ 32 で発生する駆動力を制御可能となっている。このインバータ 80 は、6 個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形 MOSFET（IGBT））を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池 20 および 2 次電池 30 から供給される直流電流を任意の振幅および周波数の三相交流に変換する。インバータ 80 が備える各スイッチング素子は、導電ラインにより制御部 50 に接続されており、制御部 50 からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

【0045】このインバータ 80 と燃料電池 20 或いは 2 次電池 30 との接続状態は上記のスイッチ 20a、30a の制御により決定される。つまり、インバータ 80 と燃料電池 20 との接続のほか、インバータ 80 と 2 次電池 30 の接続や、インバータ 80 への燃料電池 20 と 2 次電池 30 の同時接続が可能である。そして、これらの接続状態を採る間において、燃料電池 20 の出力制御（発電運転制御）を任意に実行でき、また、2 次電池 30 の出力制御（出力 ON・出力 OFF の制御）も任意に実行できる。これに対し、既述した特開平 7-240212 号ではその構成から燃料電池や 2 次電池を任意に出力調整できないので、本実施例では、この特開平 7-240212 号のシステムに対して有利である。

【0046】電流センサ 90 は、2 次電池 30 からの出力電流を検出する。2 次電池 30 の出力状態は放電の場合も充電の場合もあるが、以後、充放電両方の場合について出力電流という。この電流センサ 90 は制御部 50 と接続しており、電流センサ 90 によって検出された電流値は制御部 50 に入力される。入力された電流値は、2 次電池 30 における充放電状態を判断する際に用いられる。

【0047】次に、上記した構成を有する燃料電池システム 10 が実行する燃料電池制御について説明する。図 5 はこの燃料電池制御の処理の内容を表すフローチャートである。この燃料電池制御は、燃料電池システム 10 を搭載する車両において、この燃料電池システムを始動させる所定のスタートスイッチがオン状態になったときから、CPU 52 によって所定時間ごと、例えば 10 μ sec ごとに実行される。

【0048】本ルーチンが実行されると、まず、本システムを搭載した電気自動車の運転者がアクセル操作を介して要求する駆動要求パワーの読み込みと、2 次電池 30 の残存容量 Q の読み込みを実行する（ステップ S100）。この駆動要求パワーは、車両を運転者の要求に応じてモータ 32 を回転させるためのパワー（電力）であり、燃料電池 20 の発電電力と 2 次電池 30 の放電電力で賄われる。この場合、駆動要求パワーは、アクセルペ

ダル 33a の操作量（アクセルペダルポジションセンサ 33b の出力）を制御装置 33 を経て入力することで読み込み演算される。また、2 次電池 30 の残存容量 Q は残存容量モニタ 46 の出力値から読み込み演算される。これら読み込み演算に続いては、燃料電池 20 を間欠的に運転する間欠運転モードである旨を示す間欠フラグ f_k のセット状態を判定する（ステップ S110）。この間欠フラグ f_k は、後述の処理にてセット・リセットされ、セット状態であれば燃料電池 20 を間欠運転させることを、リセット状態であれば燃料電池 20 を連続運転させることを表す。

【0049】ここで、間欠フラグ f_k = 0（リセット状態；連続運転）であると判定した場合は、駆動要求パワーが所定の閾値パワー X_{pw} より小さいか否かの判定を行う（ステップ S120）。閾値パワー X_{pw} は、図 4(c) に示すように、燃料電池 20 の出力が低いためにシステム効率が低くなっている領域の値（燃料電池出力）であり、本実施例では、燃料電池 20 の発電能力（電力供給能力）の約 10% に設定されている。なお、この閾値パワー X_{pw} は、2 次電池 30 の充放電能力やステップ S100 で読み込んだ残存容量 Q 等に応じて種々設定することが可能であり、上記したものに限られるわけではない。

【0050】このステップ S120 で肯定判定した場合は、ステップ S110 での判定（f_k = 0）を受けて燃料電池 20 を連続運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーが閾値パワー X_{pw} より小さいことになる。よって、この場合は、燃料電池 20 の運転モードを連続運転モードから間欠運転モードに移行する旨を示すよう、間欠フラグ f_k に値 1 を入れてこれをセットする（ステップ S130）。次に、ステップ S100 で読み取った残存容量 Q と駆動要求パワーとを対比し、2 次電池 30 の残存容量 Q だけの電力でモータ 32 を駆動要求パワー通りに回転させることができるか否かを判定する（ステップ S140）。つまり、残存容量 Q で駆動要求パワーを充足できるかを判定する。

【0051】このステップ S140 で、残存容量 Q で駆動要求パワーを充足できると判定した場合は、低い発電領域での燃料電池 20 と上記したエアコンプレッサ 66 等の燃料電池周辺装置を含む燃料電池機器群の運転を実際に停止する（ステップ S150）。続いて、2 次電池 30 から残存容量 Q の電力をモータ 32 に供給して（ステップ S160）、一旦本ルーチンを終了する。これにより、モータ 32 は 2 次電池 30 のみからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0052】一方、ステップ S150 で、残存容量 Q だけでは駆動要求パワーを充足できないと判定した場合は、2 次電池 30 と燃料電池 20 を併用すべく、上記の燃料電池機器群を発電運転させると共に、燃料電池 20 の連続運転モードに移行する旨を示すよう、間欠フラグ

f k に値 0「ゼロ」を入れてこれをリセットする（ステップ S 170）。これにより、2 次電池 30 の残存容量 Q の電力と燃料電池 20 が発電した電力とで、モータ 32 の回転並びに駆動要求パワーでの車両駆動が可能となる。

【0053】このステップ S 170 に続いては、駆動要求パワーが 2 次電池 30 の残存容量 Q の電力と燃料電池 20 が発電した電力とで賄えるよう、2 次電池 30 と燃料電池 20 とからモータ 32 に電力を供給して（ステップ S 180）、一旦本ルーチンを終了する。より詳しく説明すると、駆動要求パワーと残存容量 Q はステップ S 100 での読み込みにより既知であることから、この両者から、燃料電池 20 で発電すべき電力は定まる。よって、この定まった電力を発電するための既述した燃料ガス供給量を演算し、その結果に応じて上記の周辺装置を運転し、上記定まった電力を燃料電池 20 で発電する。これにより、モータ 32 は 2 次電池 30 と燃料電池 20 とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0054】また、ステップ S 120 で駆動要求パワーが閾値パワー X_{pw} 以上であると判定した場合は、駆動要求パワーを得るには燃料電池 20 をシステム効率が高い状況で発電運転をすればよいと言える。よって、駆動要求パワーを 2 次電池 30 の電力と燃料電池 20 の発電電力で賄うべくステップ S 170 に移行する。これにより、モータ 32 は 2 次電池 30 と燃料電池 20 とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0055】一方、既述したステップ S 110 で、間欠フラグ f k = 1（セット状態；間欠運転）であると判定した場合は、駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw} + \alpha$ より大きいかな否かの判定を行う（ステップ S 190）。ここで、肯定判定した場合は、ステップ S 110 での判定（f k = 1）を受けて燃料電池 20 を間欠運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw} + \alpha$ より大きいことになる。よって、この大きな駆動要求パワーを 2 次電池 30 の電力と燃料電池 20 の発電電力で賄うべく、ステップ S 170 に移行する。これにより、モータ 32 は 2 次電池 30 と燃料電池 20 とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

【0056】また、ステップ S 190 で否定判定した場合は、駆動要求パワーはまだ小さいままである。よって、燃料電池 20 とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止したままこの駆動要求パワーを 2 次電池 30 の残存容量 Q で賄うべく、ステップ S 140 に移行して、既述したそれ以降の処理を実行する。これにより、燃料電池システム 10 は、燃料電池機器群の停止状況下で（ステップ S 150）、2 次電池 30 の残存容量 Q によりモータ 32 を回転させて（ステップ S 160）、車両を駆

動要求パワーで駆動する。また、残存容量 Q では不足の場合は（ステップ S 140；否定判定）、2 次電池 30 と燃料電池 20 とからの電力供給によりモータ 32 を回転させて（ステップ S 170、180）、車両を駆動要求パワーで駆動する。

【0057】以上説明したように本実施例の燃料電池システム 10 は、アクセルペダル 33a の踏込操作を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーの大きさにより、燃料電池 20 とその周辺装置を含む燃料電池機器群の運転・停止を定める。即ち、この駆動要求パワーが燃料電池 20 にとって高負荷領域の発電運転で得られるものである場合には（ステップ S 120；否定判定）、燃料電池機器群を運転して燃料電池 20 で発電を起し（ステップ S 170）、この電力と 2 次電池 30 の電力でモータ 32 を回転させて車両を駆動する（ステップ S 180）。よって、この場合は、燃料電池 20 を高負荷領域で効率よく発電運転でき、燃料電池システム 10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。

【0058】一方、駆動要求パワーが燃料電池 20 にとって低負荷領域の発電運転で得られるものである場合には（ステップ S 120；肯定判定）、2 次電池 30 の残存容量 Q でモータ回転を賄うことができれば（ステップ S 140；肯定判定）、燃料電池 20 とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止させ（ステップ S 150）、2 次電池 30 単独でその残存容量 Q によりモータ 32 を回転させて（ステップ S 160）、車両を駆動要求パワーで駆動する。よって、燃料電池 20 を低負荷領域で発電運転しないようにできるので、燃料電池 20 の無駄な発電を起すことが無くなり燃料電池システム 10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。しかも、燃料電池 20 の運転停止と併せてエアコンプレッサ 66 等の周辺装置の運転も停止するので、これら装置の運転に要するエネルギーも使わないようにしてシステム効率をより向上することができる。

【0059】また、駆動要求パワーが低負荷領域のものであっても、2 次電池 30 の残存容量 Q がモータ回転に不足する場合は（ステップ S 140；否定判定）、燃料電池機器群を運転させて、2 次電池 30 と燃料電池 20 との電力でモータ 32 を回転させて（ステップ S 170、180）、車両を駆動要求パワーで駆動する。このため、運転者が意図する駆動状態で車両を駆動できるので、運転者に違和感を与えない。

【0060】また、本実施例では、駆動要求パワーが閾値パワー X_{pw} 以下であるために燃料電池 20 を停止させた状況から、駆動要求パワーが増加したために燃料電池 20 の運転を行う際には、この駆動要求パワーが閾値パワー $X_{pw} + \alpha$ より大きくなるまで燃料電池 20 を停止させたままとした（ステップ S 190）。よって、駆

動要求パワーが閾値パワー X_{pw} の周辺で増減しても、燃料電池20の運転・停止を繰り返すようなハンチングを回避できる。このため、ハンチングによる不具合、例えば、燃料電池20の周辺装置であるポンプ等の異音発生等を回避できる。

【0061】以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0062】例えば、燃料電池20の出力制御（発電運転制御）と2次電池30の出力制御を任意に実行できるようにするに当たり、次のようにすることもできる。図6は変形例の要部の構成を説明するためのブロック図である。この図6に示す変形例では、DC/DCコンバータ30bを介在させて、2次電池30を燃料電池20に並列に接続した。こうすれば、DC/DCコンバータ30bにより2次電池30の出力調整をした上で、当該出力（電力）をモータ32に供給できる。

【0063】また、上記実施例では、燃料電池20と補機類34を含む燃料電池スタックが一つである場合について説明したが、複数の燃料電池スタックを有するシステムについても適用できる。この場合は、各燃料電池スタックごとに、負荷の大きさに基づいて、燃料電池発電停止や補記類までを含めた運転停止を実行するようにすることができ、こうすれば、各燃料電池スタックでの発電を無駄にすることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である燃料電池システム10を搭載した電気自動車の概略構成を表すブロック図である。

【図2】燃料電池20を構成する単セル28の構成を表す断面模式図である。

【図3】燃料電池20とその周辺装置とからなる燃料電池部60の構成を表すブロック図である。

【図4】燃料電池20としての効率を説明するための説明図である。

【図5】燃料電池20を運転制御する燃料電池制御の処

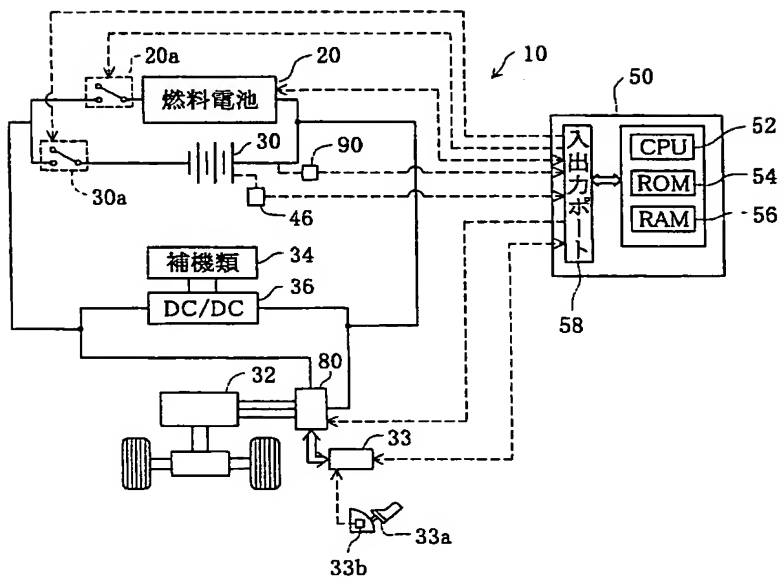
理の内容を表すフローチャートである。

【図6】変形例の要部の構成を説明するためのブロック図である。

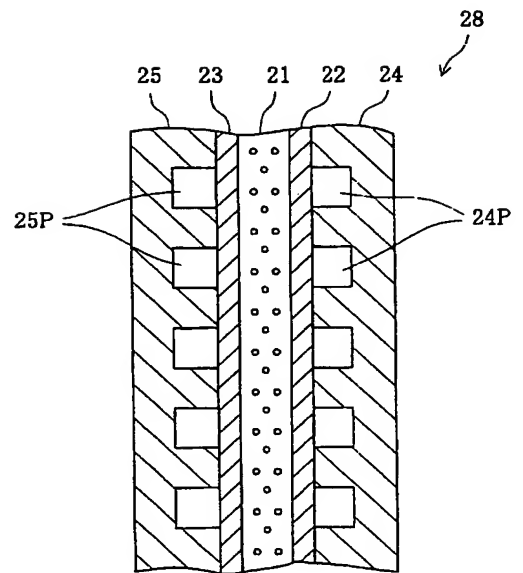
【符号の説明】

- 10…燃料電池システム
- 20…燃料電池
- 21…電解質膜
- 22…アノード
- 23…カソード
- 24, 25…セパレータ
- 24P…燃料ガス流路
- 25P…酸化ガス流路
- 26, 27…集電板
- 28…単セル
- 30…2次電池
- 32…モータ
- 33…制御装置
- 33a…アクセルペダル
- 33b…アクセルペダルポジションセンサ
- 34…補機類
- 36…DC/DCコンバータ
- 46…残存容量モニタ
- 50…制御部
- 60…燃料電池部
- 61a, 62a…ポンプ
- 61…メタノールタンク
- 62…水タンク
- 64…改質器
- 66…エアコンプレッサ
- 67…電磁バルブ
- 68…燃料供給路
- 69…空気供給路
- 70…分岐空気路
- 71…燃料排出路
- 80…インバータ
- 90…電流センサ

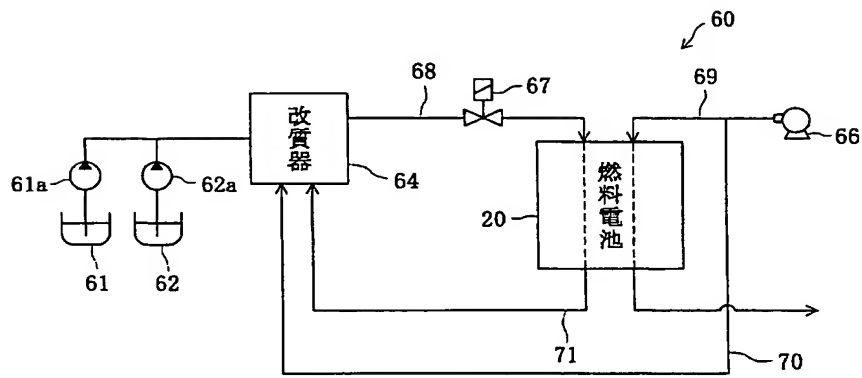
【図1】



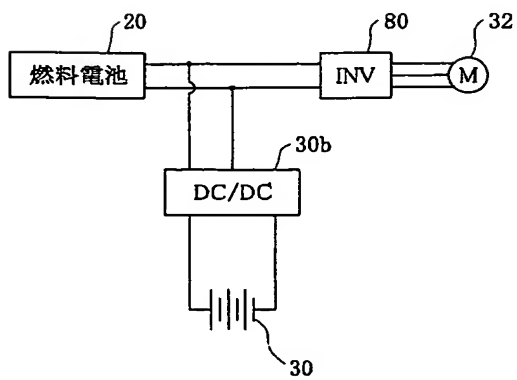
【図2】



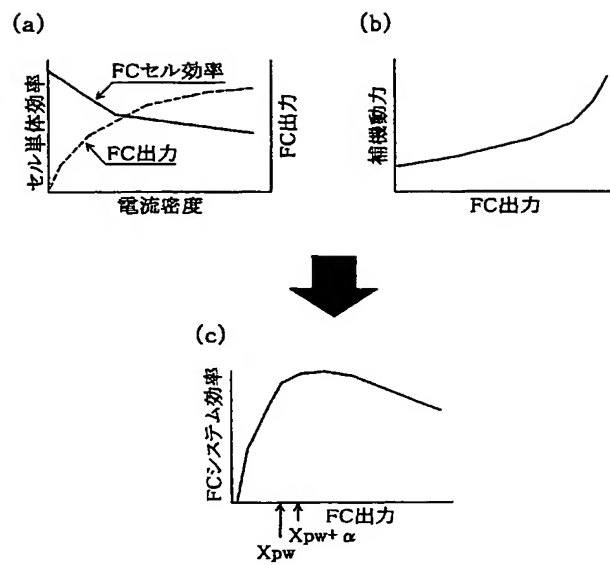
【図3】



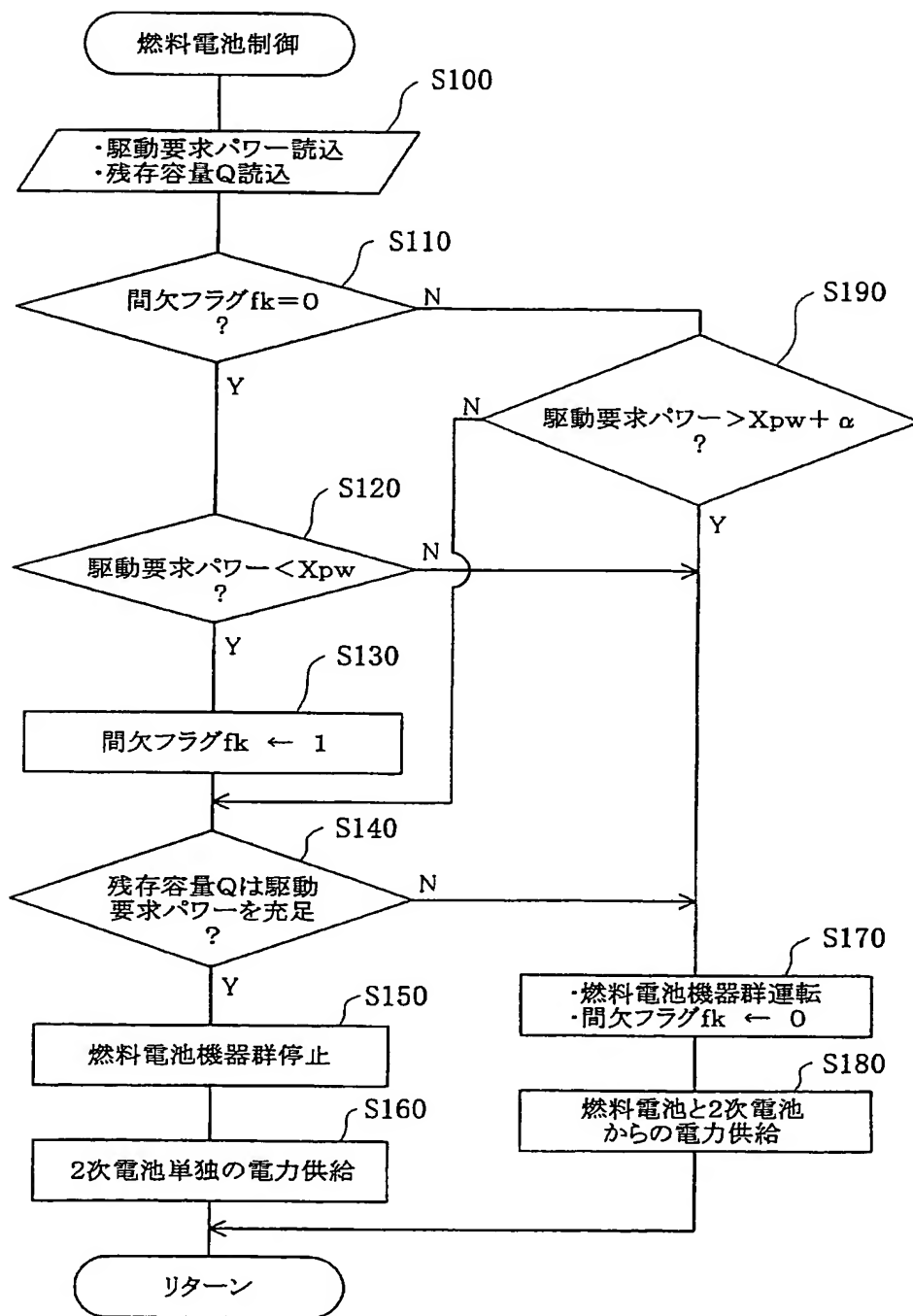
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D035 AA05 AA06
5H027 AA06 BA01 BA09 DD03 KK51
KK52 MM26
5H115 PA01 PA11 PC06 PG04 PI14
PI16 PI18 PI29 PI30 PU10
PV02 PV09 PV24 QE02 QN03
RB22 SE06 TI02 TI05 TI06
TO21 UI40